

奇妙的啤酒泡泡

初小組化學科第二名

基隆市華興國民小學

作者：陳巧宜、王毓君、林惠蘭、王雅函
指導教師：彭麗琦、瞿秀雲

一、研究動機

有一次家裡來了許多客人，宴客中爸爸要我倒酒，起先我倒紹興酒及果汁非常順利；倒啤酒時倒在杯中不到一半，就產生了好多泡泡，要停止已經來不及，泡泡溢到了桌面；讓我感到十分納悶，同樣是酒紹興酒就不會產生泡泡？而啤酒卻會產生那麼多泡泡？請教老師，老師覺得這個問題很有趣，就邀同學在老師的指導下，展開研究。

二、研究器材與設備

啤酒 可樂 沙士 汽水 香檳 廣用試紙 石灰水 量杯 玻璃珠 不同材質杯子 酸鹼值測定器 三合一試紙 醋酸 氫氧化鈉 蛋

三、研究問題與目的

- (一)啤酒產生的泡泡是什麼？
- (二)不同飲料倒入杯中產生泡泡情形之比較。
- (三)蛋白質會影響泡沫的留存時間嗎？
- (四)飲料開放時間對泡沫量的影響。
- (五)溫度會影響泡泡的量嗎？
- (六)加入不同酸鹼值物質對飲料泡泡的影響。
- (七)不同質料杯子對泡泡的影響。
- (八)傾倒高度對泡沫的影響。
- (九)杯底光滑度對泡沫的影響。
- (十)杯子的口徑、高度對泡沫的影響。

四、研究過程

活動一、啤酒產生的泡泡是什麼？

我們實地參觀訪問了台北市建國啤酒廠，並翻閱了相關的書籍：

- (一)啤酒的製作原料：(略)
- (二)啤酒的製作過程：(略)
- (三)蒸餾或未加充二氧化碳的飲料，不會產生泡沫。如高粱、紹興。
- (四)從(二)中得知啤酒在發酵過程釋出二氧化碳，處理過程也要加充二氧化碳；我們假設啤酒的泡沫是二氧化碳，並做實驗應證。
- (五)1. 將倒入杯中的啤酒泡沫以廣用試紙檢驗，廣用試紙呈淡橘色。
2. 塑膠袋套在剛開啟啤酒瓶將袋內空氣壓入澄清石灰水變混濁。由實驗知道啤酒含有二氧化碳；泡沫卻不會很快消失；是因啤酒的泡沫是一種膠體體系，即微粒分散在連續介質中，其中微粒是氣泡，介質為液體；因啤酒含有豐富的蛋白質，這些蛋白質是泡沫的穩定劑。

活動二、不同飲料倒入杯中後泡泡之比較

我們嚐試著比較不同飲料倒入杯中後泡泡的情形。

作法：(一)提出各種會產生泡泡的飲料，將各種飲料在常溫下，開啟後分別自杯緣上方10公分倒入有刻度的350cc的玻璃杯中。

(二)各種飲料倒入100cc後，觀察泡沫產生的情形，留存的時間，及與澄清石灰水作用等，並紀錄之。

結果：如表一

表一 各種不同飲料倒入杯中後泡泡之比較

飲料	啤 酒	香 檳	汽 水	可 樂	沙 士
變化情形					
泡 沫 量	220	55	35	50	75
留 存 時 間	8'29"	26"	15"	31"	1'42"
通 過 澄 清 石 灰 水	混 濁	混 濁	混 濁	混 濁	混 濁

討論：(一)會產生泡泡的飲料，均含有讓澄清石灰水混濁的二氧化碳。

(二)各種飲料倒入杯中，都會產生泡泡，除了啤酒外，其他飲料很快就消失了，並且都會自杯底都不斷的冒出小泡泡。

(三)飲料會產生泡泡，是因含有大量二氧化碳，釋出形成泡沫。

活動三、蛋白質會影響泡泡的留存時間嗎？

實驗甲：各種飲料蛋白質檢定

作法：(一)將各種飲料倒入玻璃杯中250cc，將三合一試紙浸入30秒。

(二)取出後依其變色程度比對對照表，辨識是否含有蛋白質。

結果：如表二

表二 各種飲料蛋白質檢定

飲 料	啤 酒	香 檳	汽 水	可 樂	沙 士
蛋 白 質 檢 定	+	×	×	×	×

討論：從檢驗發現：只有啤酒含有蛋白質，其他飲料不是沒有蛋白質，就是蛋白質含量太少無法讓試紙變色。

實驗乙：蛋白質含量對飲料泡沫的影響

我們嚐試著將蛋白質溶液加入各種飲料中，觀察其泡沫情形。

作法：(一)取新鮮蛋白30cc加入清水470cc攪拌均勻後作為蛋白溶液。

(二)分別取不同cc數的蛋白溶液於甲——辛杯中（如表三）。

(三)以活動二(二)方法倒入各種飲料（測五次），觀察並紀錄。

結果：如表三

表三 蛋白質含量對飲料泡沫的影響

飲 料	杯 別 變 化 情 形	甲 杯	乙 杯	丙 杯	丁 杯	戊 杯	己 杯	庚 杯	辛 杯
		啤 酒	泡 沫 量 220	225	225	230	230	240	240
	留 存 時 間	8'29"	11'32"	15'13"	21'18"	1'52"	3'45"	6'40"	2日6時
香 檳	泡 沫 量	55	55	60	60	60	60	60	60
	留 存 時 間	26"	43"	5'5"	8'13"	18'21"	33'3"	1'2"	4'28"
汽 水	泡 沫 量	35	35	40	40	40	40	40	40
	留 存 時 間	15"	34"	2'11"	4'19"	8'26"	16'21"	45'20"	3'17"
可 樂	泡 沫 量	50	50	50	50	50	50	50	50
	留 存 時 間	31"	35"	2'18"	9'45"	20'13"	29'22"	58'03"	4'8"
沙 士	泡 沫 量	75	75	75	75	80	80	80	80
	留 存 時 間	1'42"	2'33"	4'47"	5'40"	9'21"	20'7"	1'43"	5'21"

討論：(一)各種飲料加入蛋白溶液後，泡沫的停留時間均會延長；而且加的愈多留存愈久；證明蛋白質的確是維持泡沫的穩定劑。

(二)加入蛋白溶液後對泡沫量影響並不顯著；因此知道飲料的泡沫來源是二氧化碳，使泡沫持續的是所含的蛋白質量。

實驗丙：不同量蛋白質對吹泡泡的影響

作法：(一)取10克的洗衣粉加入490cc的清水，調製可吹泡泡的溶液。

(二)將吹泡泡溶液裝入甲——庚玻璃杯中各60cc，取實驗乙(一)蛋白溶液分別加不同cc數、辛杯只加蛋白溶液不加泡泡溶液。

(三)將(二)中溶液以吸管吹出直徑5公分的泡泡，觀察並記之。

結果：如表四

表四 不同蛋白質對泡泡留存的影响

變化情形	杯別	甲	乙	丙	丁	戊	己	庚	辛
肥皂水		60	60	60	60	60	60	60	0
蛋白液		0	5	10	20	40	60	120	60
留存時間		2'51"	3'44"	4'47"	5'25"	6'34"	7'23"	7'58"	X

討論：(一)蛋白質可以延長泡泡留存時間，含量愈高，留存時間愈長。

(二)純蛋白溶液無法吹出泡泡，蛋白溶液成份愈高(己、庚)愈不易吹，又好吹又持久的比例是肥皂水6蛋白溶液4(戊杯)。

活動四：飲料開啟時間對泡沫的影响

作法：將不同飲料自開啟後，每隔一段時間後，以活動二的方法，觀察不同飲料在不同時間時，產生的泡沫量和留存時間並紀錄之。

結果：如表五

表五 飲料開啟時間對泡沫量的影响

飲料	開啟時間 變化情形	開啟後	一分鐘	五分鐘	二十分	六十分	二小時	十小時	二十四時
		啤酒	泡沫量	220	220	200	180	150	140
	留存時間	8'29"	8'20"	8'7"	7'48"	7'12"	7'2"	5'19"	3'42"
香檳	泡沫量	55	55	50	35	20	10	5	0
	留存時間	26"	26"	20"	14"	8"	4"	2"	0
汽水	泡沫量	35	35	30	25	25	10	0	0
	留存時間	15"	15"	12"	10"	6"	3"	0	0
可樂	泡沫量	50	50	40	30	10	5	5	0
	留存時間	31"	30"	24"	18"	11"	7"	2"	0
沙士	泡沫量	75	75	65	55	40	20	5	0
	留存時間	1'42"	1'40"	1'28"	1'9"	48"	27"	6"	0

討論：(一)飲料開啟後，時間愈短泡沫量愈多；時間愈久泡沫量愈少。

(二)其原因是因開啟後，溶在水中的二氧化碳開始釋出，時間愈久留存在飲料內的二氧化碳愈少，所以開啟愈久，泡沫量愈少。

活動五、溫度會影響泡沫的量嗎？

作法：(一)將不同的飲料置於冰箱及加溫箱，在不同溫度下觀察並記錄。

(二)作法與活動二之(二)同。

結果：如表六

表六 不同溫度對飲料泡沫的影響

飲料	變化情形	溫度 (°C)						
		5	10	15	20	30	40	50
啤酒	泡沫量	120	165	200	220	250	265	280
	留存時間	6'6"	7'20"	8'3"	8'29"	9'48"	12'24"	15'43"
香檳	泡沫量	25	40	50	55	70	85	105
	留存時間	11"	17"	21"	26"	31"	46"	1'9"
汽水	泡沫量	10	20	30	35	40	50	70
	留存時間	7"	9"	12"	15"	19"	24"	31"
可樂	泡沫量	15	25	40	50	65	80	90
	留存時間	20"	26"	30"	31"	42"	1'8"	1'47"
沙士	泡沫量	30	40	65	75	85	100	120
	留存時間	42"	59"	1'35"	1'42"	2'46"	3'24"	4'28"

討論：(一)溫度高泡沫多留存時間長；溫度低泡沫少，留存時間短。

(二)啤酒廠專家說：溫度影響啤酒瓶內的蒸發量，溫度高蒸發快，易使水中二氧化碳釋出；所以溫度高產生較多泡沫。

活動六、加入不同酸鹼值溶液對飲料泡沫的影響

作法：(一)將醋酸及氫氧化鈉溶液加清水，稀釋成不同PH值的溶液。

(二)取八個玻璃杯加入不同PH值溶液20cc以活動二方法測試。

結果：如表七

表七 加入不同酸鹼值溶液對飲料泡沫的影響

飲料	PH 值 變化 情形	PH 值								
		不 加	PH3	PH4	PH5	PH6	PH8	PH9	PH10	PH11
啤 酒	泡 沫 量	220	160	170	205	215	235	260	270	285
	留 存 時 間	8'29"	6'51"	7'20"	8'1"	8'19"	8'49"	9'12"	9'59"	10'43"
香 檳	泡 沫 量	55	20	35	40	50	55	65	80	95
	留 存 時 間	26"	12"	17"	22"	23"	33"	47"	1'2"	1'31"
汽 水	泡 沫 量	35	25	30	30	35	45	55	70	80
	留 存 時 間	15"	7"	10"	13"	15"	18"	21"	29"	36"
可 樂	泡 沫 量	50	15	30	40	45	55	60	75	80
	留 存 時 間	31"	18"	21"	27"	30"	34"	42"	49"	56"
沙 士	泡 沫 量	75	45	60	65	70	85	100	110	125
	留 存 時 間	1'42"	53	1'14"	1'21"	1'38"	1'49"	1'56"	2'13"	2'32"

- 討論：(一)飲料加入酸性溶液的PH值愈小泡沫愈少，留存時間愈短。
 (二)各種飲料加入鹼性溶液的PH值愈高泡沫愈多，留存愈久。
 (三)老師指導說明：氫氧化鈉會吸收飲料中釋出的二氧化碳，變成碳酸氫鈉（小蘇打），碳酸氫鈉碰到酸性物質，又會釋出大量二氧化碳，因此泡沫大量的增加。
 (四)加些鹼性物質讓啤酒先釋出二氧化碳再喝可減少肚子漲。

活動七、不同質料杯子對泡泡的影響

爲了達到認識泡沫性質又不致於浪費錢，以活動三的實驗丙之戊杯（肥皂水60cc加蛋白溶液40cc的比例）取代啤酒，做爲實驗溶液。

作法：(一)取不同質料，大小相似的各種杯子（如表八）。

(二)以活動二的方法將實驗溶液倒入各種杯中觀察並紀錄之。

結果：如表八

表八 不同質料杯子對泡泡產生情形比較表

變化情形	紙 杯	軟塑膠杯	硬塑膠杯	薄玻璃杯	厚玻璃杯	保麗龍杯	瓷 杯	鋼 杯
泡 沫 量	75	70	55	50	45	75	50	45
留 存 時 間	10'17"	9'11"	7'5"	6'34"	6'20"	10'21"	6'32"	6'18"

討論：(一)杯子裡層較光滑的杯子（玻璃杯、鋼杯）較不易產生泡沫，較粗糙的（紙杯、保麗龍、軟塑膠杯）較易產生泡沫。

(二)留存時間與杯子光滑度有關，表面光滑留存短粗糙者長。

(三)要啤酒產生泡沫最好用粗糙的杯子，反之用光滑的杯子。

活動八、傾倒高度對泡沫的影響

作法：以活動七實驗溶液自不同高度倒入玻璃杯中100cc（如表九）。

結果：如表九

表九 傾倒高度對泡沫量的影響

杯 別	甲	乙	丙	丁	戊	己	庚	辛
泡 沫 量	10	40	50	60	80	95	12	14
留 存 時 間	2'46"	6'11"	6'34"	7'47"	9'12"	10'24"	11'05"	11'52"

討論：(一)傾倒距離高度會影響泡沫量，距離愈高產生泡沫愈多。

(二)距離高時，水自杯中離開到進入玻璃杯間的距離長，受到的空氣阻力影響，水變為水花，形成與空氣接觸面積增加（這與臉盆水灑向空中後，會變成許多小水滴的原因一樣），所以會形成較多的泡沫。

活動九、杯底光滑度對泡沫的影響

作法：取相同玻璃杯，甲杯不放東西，乙——己杯各放不同數量玻璃珠（如表十），依活動二方法倒入100cc實驗溶液，觀察並紀錄之。

結果：如表十

表十 杯底光滑度對泡沫的影響

變化情形 \ 杯別	甲	乙	丙	丁	戊	己
泡 沫 量	50	70	75	80	90	120
留 存 時 間	6'34"	8'18"	8'48"	9'9"	10'7"	11'8"

討論：(一)玻璃杯底加的玻璃珠愈多，泡沫也會愈多，留存時間愈久。

(二)其原因是因底部平的；造成水和杯內空氣接觸面積小，所以水花較小，產生的泡泡也就愈少，反之水往不規則的四方濺開，與杯內空氣接觸較多，所以水花較大，泡沫也就愈多。

活動十、杯子的口徑、高度對泡泡的影響

作法：(一)取不同口徑、高度一樣的玻璃杯（如表十一），按活動二操作方法，以實驗溶液分別倒入各杯中100cc，觀察並記錄之。

(二)取不同高度、口徑一樣玻璃杯(如表十二)以(一)方法施測。

結果：如表十一，表十二

表十一 不同口徑杯子對泡沫的影響

口 徑	甲	乙	丙	丁
泡 沫 量	50	50	50	50
留存時間	6'52"	6'32"	5'49"	5'21"

表十二 不同高度杯子對泡沫的影響

高 度	ㄅ	ㄆ	ㄇ	ㄏ
泡 沫 量	50	75	85	105
留存時間	6'32"	8'43"	9'42"	10'43"

討論：(一)杯子口徑對於泡沫量影響並不明顯，但口徑小的留存時間長，這與泡沫表面和空氣接觸面積有關，表面積較小，受外面空氣的影響少，所以留存時間長；反之則留存時間短。

(二)口徑相同而高度不一樣的杯子，高度高的會產生較多的泡沫，低的產生較少的泡沫；這與活動八的實驗道理相同。

五、結論與心得

經過研究，發現產生啤酒泡沫的變因很多，我們從操作，施測研究過程中不僅學到很多控制變因，操作技巧，也獲得了很多心得。

(一)啤酒會產生泡沫，是因在釀造發酵過程會釋出二氧化碳；而且裝瓶時會加充二氧化碳。經過實驗知道：啤酒產生的泡沫是二氧化碳。

(二)經澄清石灰水檢驗含有二氧化碳的飲料很多，但除啤酒外其他的泡沫留存時間都很短；探討原因是因啤酒內含可穩定泡沫的蛋白質。

(三)有泡沫的飲料，加入蛋白溶液均可延長泡沫留存時間，而且蛋白質含量越高，泡沫留存時間愈長。但對泡沫量的增加，並沒有影響。

(四)當玩吹泡泡遊戲時，加入適當量的蛋白溶液(比例為泡泡液6，蛋白溶液4)，不但可吹出漂亮的泡泡，還可以持續泡泡的時間。

(五)飲料開啟時間愈短產生的泡泡愈多，時間愈長，二氧化碳自瓶口釋出飲料中的量會愈少，產生的泡沫量會愈少，留存時間也就愈短。

(六)溫度愈低溶在飲料中的二氧化碳愈不易釋出，所以泡沫量較少；溫度高時，溶在飲料內的二氧化碳蒸發得快，則泡沫就愈多。

(七)酸鹼值大小對泡沫多寡亦會影響，加入鹼性物質會產生更多泡沫。

(八)喝有泡沫的飲料，如怕漲肚子，可先在飲料內加入一些小蘇打或鹼性物質，讓飲料中的二氧化碳先釋出，再喝可減少肚子漲的程度。

(九)為避免不必要的浪費，以肥皂水6蛋白溶液4的比例，作啤酒等有泡沫飲料的代替品，除了因沒有二氧化碳，無法產生大量氣泡外，對於其他實驗，可由

替代品的實驗結果，推論到其他飲料上。

- (十) 杯子軟硬，裡層較光滑的杯子（如鋼杯、瓷杯），較不會產生泡沫；杯子較軟，裡層較粗糙者（如紙杯、軟塑膠杯）產生較多泡沫。
- (十一) 飲料傾倒的高度距離會影響泡沫量；高度愈高，產生的泡沫量愈多；這與溶液和空氣接觸面積有關；距離愈高，受到的空氣阻力愈大，促成水粒變小，與空氣接觸變多，因此造成的泡沫也就會愈多。
- (十二) 杯底放玻璃珠造成杯底不平；溶液倒入後，水花碰到玻璃珠往不規則四週濺開，形成小水珠與空氣接觸多，形成的泡沫就會愈多。
- (十三) 杯子高度的影響與傾倒高度的原理一樣，高度愈高泡沫愈多；而杯子口徑小時，泡沫與外面空氣接觸面積小，所以留存得久；但口徑大小對於泡沫量的影響並不明顯（有高度的差別，但體積相近）。
- (十四) 攪拌及傾倒速度會影響泡沫量，攪拌愈久泡沫量愈多，傾倒得愈慢泡沫愈多；這些只要簡單的操作便可瞭解，因此未詳細施測。
- (十五) 從研究知道如要啤酒的泡沫多，要讓溫度高一點，加些鹼性物質，用的杯子高一點，底部不平整，裡層稍為粗糙而質料較軟的，且傾倒高度要高；要讓泡沫留存久一點，則可以用蛋白質加以穩定。
- (十六) 在研究過程中，感謝所有協助過我們的師長。

六、參考資料：（略）

評 語

本件作品構想新穎，針對啤酒產生泡沫的原因加以詳細探討，驗證產生泡沫的化學成分及泡沫能夠留存的化學因素。作者除了翻閱相關書籍及做了仔細思考以外，並實地參觀啤酒廠，應對作品研究內容的瞭解與研究方法的採用能做較正確的考慮，唯美中不足之處是研究內容的考慮仍有瑕疵，對鹼性物質的添加，而破壞啤酒的原味似乎較欠實際。